

10/522482
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

DT01 Rec'd PCT/PTC 26 JAN 2005

Applicant: MIN-SOO JUNG)

)

For: APPARATUS AND METHOD FOR RECOVERY)
SYMBOL TIMING IN THE OFDM SYSTEM)

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

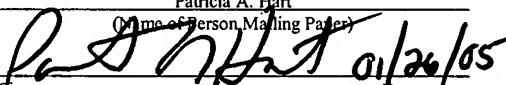
Applicant hereby claims the benefits of the filing date of July 26, 2002 to Korean Application No. 10-2002-0044321 under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

If any fees are due with regard to this claim for priority, please charge them to Deposit Account No. 06-1130 maintained by Applicant's attorneys.

Respectfully submitted,

CANTOR COLBURN LLP

By 
Jae Y. Park
Registration No. See Attached

I certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express mail in an envelope addressed to: Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on	
January 26, 2005 (Date of Deposit)	
Patricia A. Hart Name of Person Mailing Paper	
Signature 	Date 01/26/05
EV544538698US Express Mail Label	

Date: January 26, 2005
Address: 55 Griffin Road South, Bloomfield, Connecticut 06002
Telephone: (860) 286-2929
Customer No. 023413

REC'D 13 AUG 2003	
WIPO	PCT

PCT/KR 03/01431
 RO/KR 18.07.2003
 REC'D PCT/PTU 26 JAN 2005



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
 is a true copy from the records of the Korean Intellectual
 Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0044321

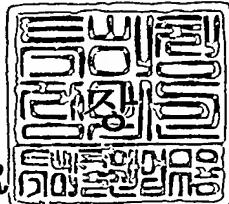
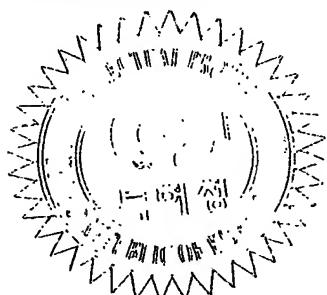
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 07월 26일

Date of Application JUL 26, 2002

출 원 인 : 주식회사 오픈솔루션
 Applicant(s) Open Solution Co., Ltd.

2003 년 07 월 18 일



특 허 청

COMMISSIONER

【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2002.07.26		
【발명의 명칭】	초기심볼 동기 검출장치 및 그 방법		
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR RECOVERY SYMBOL TIMING IN THE OFDM SYSTEM		
【출원인】			
【명칭】	주식회사 오픈솔루션		
【출원인코드】	1-1999-026066-1		
【대리인】			
【명칭】	특허법인 엘엔케이		
【대리인코드】	9-2000-100002-5		
【지정된변리사】	변리사 이현수		
【포괄위임등록번호】	2001-031831-2		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	정민수		
【성명의 영문표기】	JUNG, MIN SOO		
【주민등록번호】	710908-1904615		
【우편번호】	139-840		
【주소】	서울특별시 노원구 월계3동 18 그랑빌아파트 121동 102호		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 특허법인 엘엔케이 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	13	면	13,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	10	항	429,000 원

【합계】	471,000 원
【감면사유】	소기업 (70%감면)
【감면후 수수료】	141,300 원
【첨부서류】	1. 소기업임을 증명하는 서류_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 수신기에서 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform:FFT)을 수행하기 위해 필요한 FFT 모드와 보호구간 모드를 판별하여 유효심볼 시작점을 검출하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 다수의 보호구간중 설정된 하나의 관찰 보호구간경로에서 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치를 검출하는 단계와; 매 계수주기마다 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치값을 이전 값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 일정 시간동안 누적하여 얻어진 평균치를 상기 관찰 보호구간에 대하여 미리 정해진 보호구간 판별변수와 비교하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하는 단계와; 판별된 보호구간 경로에서 상관누적값이 최대가 되는 위치를 검출하고, 이 위치값에 해당 보호구간길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 출력하는 단계;를 포함함을 특징으로 한다.

【대표도】

도 3

【색인어】

OFDM, 보호구간 판별, 초기 심볼 동기.

【명세서】

【발명의 명칭】

초기심볼 동기 검출장치 및 그 방법{APPARATUS AND METHOD FOR RECOVERY SYMBOL TIMING IN THE OFDM SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 OFDM 수신기에서 보호구간 모드를 판별하기 위해 사용되는 블록 구성도.

도 2는 각 보호구간 입력신호에 대해 미끄럼 누적기의 출력형태를 간략화한 도면.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출장치의 블록구성도.

도 4는 본 발명의 실시예에 따라 보호구간 모드를 판별하기 위한 판별변수 D의 분포 예시도.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출장치의 블록구성도.

도 6은 도 5에 도시한 초기심볼 동기 검출장치의 동작을 설명하기 위해 인용한 각 경로별 상관누적값의 출력 형태 예시도.

도 7은 SFN(Single Frequency Network) 채널의 pre-arriving path와 post arriving path의 채널응답과 상관누적값 예시도.

도 8은 보호구간 시작위치를 pre-arriving path와 post-arriving path의 중간으로 잡을 때 심볼간 간섭 ISI)이 발생하는 것을 예시한 도면.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 보호구간 시작위치를 pre-arriving path의 이전으로 잡을 때 심볼간 간섭을 피하는 것을 예시한 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10> 본 발명은 유럽형 디지털 TV 전송 시스템에 관한 것으로, 특히 수신기에서 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform:FFT)을 수행하기 위해 필요한 FFT 모드와 보호구간 모드를 판별하여 유효심볼 시작점을 검출하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

<11> DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial) 시스템에서는 송신측에서 전송하고자 하는 정보를 역 FFT에 의해 주파수상으로 전송하므로 수신측에서는 수신된 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)함으로서 일반 전송방식에서의 복조가 가능하게 된다. 따라서 수신기에서는 수신된 신호의 디지털 샘플중 FFT할 데이터 샘플의 시작점과 FFT할 데이터의 샘플 구간을 알아야만 정확한 FFT 결과를 얻을 수 있다. 이는 각 심볼이 보호구간과 유효 데이터 구간으로 나누어지는데, 보호구간의 데이터는 유효 데이터 구간의 마지막 부분의 데이터를 복사해 놓은 것으로, FFT는 유효 구간의 데이터에 대해서만 행해져야 하기 때문이다.

<12> DVB-T 전송 FFT 길이는 2048개의 부반송파 주파수를 가지는 2K FFT 모드와 8192개의 부반송파 주파수를 가지는 8K FFT 모드로 구성된다. 그리고 다중 경로에 의한 심볼간 간섭을 줄이기 위해 유효 FFT 구간의 1/32, 1/16, 1/8, 그리고 1/4에 해당하는 보호구간을 삽입한다. 송신측에서는 상기 4가지 보호구간중에 하나를 선택하여 전송한다.

<13> 초기 수신기의 동기화 회로들이 정상적으로 동작을 한 후에 TPS(Transmission Parameter Signaling)신호를 검출하여 보호구간 종류에 대한 정보를 알 수 있으나, 수신기 동작 초기에는 TPS 신호를 검출할 수 없으므로 초기에 빠르고 정확하게 FFT 모드의 종류, 보호구간 종류와

보호구간 등의 정보를 검출해야 한다. 이 보호구간의 종류와 보호구간의 정보를 이용하여 유효 구간에 대한 FFT를 취할 수 있게 되는 것이다.

<14> FFT모드와 보호구간의 모드(혹은 종류)를 판별하기 위해 일반적인 수신기에서는 4가지 보호구간에 해당하는 미끄럼 누적기(sliding integrator)와 심볼 누적기를 도 1에 도시한 바와 같이 병렬 구조로 사용하고 있다.

<15> 도 1은 일반적인 OFDM 수신기에서 보호구간을 판별하기 위한 블록도를 도시한 것이다.

<16> 도 1을 참조하면, 길이 N의 상관부(100)는 현재 수신되는 신호와 심볼 지연된 이전 심볼 주기의 수신신호와의 상관(correlation)을 취하여 출력한다. 이러한 상관부(100)는 심볼 지연 기와 상관기로 구성될 수 있는데, 심볼 지연기가 수신신호의 한 심볼구간을 지연시켜 상관기로 출력하면, 상관기에서는 한 심볼구간 이전의 수신신호와 현재 심볼구간의 수신신호를 상관 출력한다. 즉, 상관부(100)는 계속적으로 입력되는 수신신호의 한 심볼구간 만큼씩을 원래 신호와 상관을 취하게 됨으로서, 보호구간에서는 상관관계가 높아짐에 따라 보호구간에 해당하는 구간에서 피크(peak)가 발생할 수 있게 되는 것이다. 이러한 상관기는 2K/8K FFT 길이를 모두 처리해야 하므로 $N = 8192$ 길이의 메모리가 필요하다.

<17> 한편 각 보호구간에 대응하는 미끄럼 누적기(102a~102d)는 각 보호구간 길이 만큼씩 슬라이딩하면서 상관부(100)의 출력을 누적하여 출력하며, 각각의 심볼 누적기(104a~104d)는 한 심볼 단위로 상기 미끄럼 누적기(102a~102d)의 출력을 누적하여 출력한다.

<18> 그러면 각 최대값 검출기(106a~106d)에서는 심볼 누적기(104a~104d)에서 출력되는 출력값중 가장 큰 상관누적값을 선택하여 출력하고, 그 후단의 보호구간 모드 판별부(108)는 입

력되는 상관누적값중 가장 큰 상관누적값을 비교하여 선택함으로서 보호구간 모드의 판별이 이루어질 수 있는 것이다.

<19> 이러한 시스템에서 보호구간 모드를 판별하기 위해서는 4가지 보호구간 모두에 대하여 최대의 상관누적값을 검출해야 하기 때문에, 보호구간 모드의 판별시간이 장기화될 수 밖에 없다. 그 이유는 1/4 보호구간에 대한 상관누적값 검출이 완료된 이후에만 상관누적값들의 최대값을 비교할 수 있기 때문이다.

<20> 또한 상기 시스템에서 보호구간 모드를 판별하기 위해서는 각 보호구간 모드에 대해서 누적기들의 구현을 위한 메모리가 필요하며, 이러한 메모리는 복소신호 입력 처리를 위해 2개 씩 구비되어야 하므로 전체 97,280 길이의 메모리가 필요하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 따라서 본 발명의 목적은 신속하게 FFT 모드와 보호구간의 모드를 판별할 수 있음은 물론 보호구간 모드 판별을 위한 메모리 사이즈를 최소화할 수 있는 초기심볼 동기 검출장치 및 그 방법을 제공함에 있다.

<22> 또한 본 발명은 신속하게 검출된 최대 상관누적값의 위치정보를 이용하여 유효 심볼 시작점의 위치를 검출할 수 있는 초기심볼 동기 검출장치 및 그 방법을 제공함에 있다.

<23> 더 나아가 본 발명은 보호구간 모드 판별과 유효 심볼 시작점 검출의 신뢰성을 높일 수 있는 초기심볼 동기 검출장치 및 그 방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<24> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출장치는, 수신신호와 이전 수신신호와의 상관을 취하여 출력하는 상관부와; 설정된 보호구간 길이동안 상기 상

관부의 출력을 누적 출력하는 미끄럼 누적기와; 설정된 심볼 주기동안 상기 미끄럼 누적기의 출력을 누적 출력하는 심볼 누적기를 포함하는 OFDM 수신기의 초기심볼 동기 검출장치에 있어서,

- <25> 상기 누적기들중 어느 하나로부터 최대 상관누적값 검출시 최대값 검출신호를 출력하고, 또 다른 누적기 출력으로부터 가장 큰 상관누적값을 선택 출력하는 최대값 검출기와;
- <26> 상기 최대값 검출신호 입력시 그때까지의 내부 계수기값을 최대값 위치검출정보로 출력하는 최대값 위치 검출기와;
- <27> 매 주기마다 상기 최대값 위치 검출기로부터 출력되는 내부 계수기값을 이전 계수기 값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 일정 시간동안 누적하여 얻어진 평균치를 미리 정해진 보호구간 판별변수와 비교하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하는 보호구간 모드 판별부;를 포함함을 특징으로 한다.
- <28> 또한 본 발명의 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출방법은, 수신된 OFDM 변조신호에서 보호구간과 유효 데이터 구간을 구분하여 FFT를 취하기 위한 초기심볼 동기검출 방법에 있어서,
- <29> 다수의 보호구간중 설정된 하나의 관찰 보호구간경로에서 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치를 검출하는 단계와;
- <30> 매 계수주기마다 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치값을 이전 값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 일정 시간동안 누적하여 얻어진 평균치를 상기 관찰 보호구간에 대하여 미리 정해진 보호구간 판별변수와 비교하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하는 단계와;

<31> 판별된 보호구간 경로에서 상관누적값이 최대가 되는 위치를 검출하고, 이 위치값에 해당 보호구간길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 출력하는 단계;를 포함함을 특징으로 한다.

<32> 이하 첨부된 도면을 참조하면서 기술되는 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

<33> 우선 본 발명은 하나의 미끄럼 누적기만을 사용하여 보호구간 모드를 검출함에 그 특징이 있으며, 보호구간의 길이를 고려해 볼 때 보호구간 1/32에 해당하는 미끄럼 누적기를 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하나의 미끄럼 누적기만을 사용하여 FFT 모드와 보호구간의 모드를 검출할 수 있는 원리를 OFDM 수신신호의 분석을 통해 알아보기로 한다.

<34> 우선 n 번째 OFDM 수신 심볼의 1번째 부반송파에 실린 데이터를 $r_{n,1}$ 이라 하면, FFT 길이 만큼 시간 지연시킨 신호와 입력신호의 결합 복소수 신호와의 상관 $C_{n,1}$ 은 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

<35> 【수학식 1】
$$C_{n,1} = r_{n,1}^* r_{n,1-N}$$

<36> 따라서 복소 곱셈기 출력을 보호구간인 N_s 의 길이를 가지는 쉬프트 레지스터와 랙셀기로 구현된 미끄럼 누적기를 통해 누적하면 하기 수학식 2와 같이 랜덤 변수 $S_{n,1}$ 을 얻을 수 있다

<37> 【수학식 2】
$$S_{n,1} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N_s} C_{n,1+k}$$

<38> $S_{n,1}$ 은 보호구간과 보호구간 신호와 동일한 신호가 곱해질 때 최대값을 가지게 된다. $S_{n,1}$ 은 N_s 와 입력신호의 보호구간 길이가 동일하면 OFDM 심볼 주기 T 와 동일한 주기로 반복되

는 특성을 가지나, 그렇지 않은 경우에는 그 위치가 가변한다. 그러나 심볼주기 이내에는 항상 보호구간의 자기 상관특성에 의해 두드러진 최대 피크값이 존재한다.

<39> 참고적으로 도 2는 각 보호구간 입력신호에 대해 미끄럼 누적기의 출력형태를 간략화한 도면이다. 도 2는 1/32 보호구간을 관찰구간으로 사용한 것으로 각 입력신호의 보호구간에 따라 누적값의 최대값 위치가 다르게 나타나고 있음을 알 수 있다. 즉. 보호구간 길이 N_g 를 가지는 입력신호 주기가 수신기의 관찰보호구간($N + N_g(1/32)$)과 일치하면 일정한 주기로 매 심볼 최대값의 위치가 동일하지만 입력신호의 보호구간 길이가 관찰구간 보다 긴 경우 최대값의 위치는 $N - N_g(1/32)$ 만큼씩 옮겨 간다. 도 2에서 입력신호의 보호구간 길이가 1/32 N 일 때 최대값의 위치는 동일한 주기를 가지나, 보호구간 길이가 1/16 N , 1/8 N , 1/4 N 일 때는 그 위치가 일정한 오프셋을 가지며 옮겨 간다는 것을 도시하고 있다.

<40> 한편 보호구간 1/32의 OFDM 심볼주기($N + N_g(1/32)$) 동안 관찰하여 상기 수학식 2의 $S_{n,l}$ 값을 최대로 하는 인덱스 I_n 을 하기 수학식 3과 같이 구한다.

<41> 【수학식 3】 $I_n = \text{Max}_i(S_{n,i}), \quad 0 \leq i \leq N + \frac{N}{32}$

<42> 그리고 상기 수학식 3에서 구한 인덱스 I_n 을 이전 심볼 인덱스와의 차(d_n)를 하기 수학식 4에 의해 구한다. 그리고 하기 수학식 4에서 구한 심볼 인덱스간 차를 하기 수학식 5와 같이 충분한 시간(N_c)동안 누적하여 잡음에 대한 간섭을 없앤 후 평균을 구하면 판별변수 D를 얻을 수 있기 때문에 이를 이용하여 보호구간의 모드를 판별할 수 있는 것이다.

<43> 【수학식 4】 $d_n = \text{mod}_{N + N_g(1/32)}(I_{n+1} - I_n)$

<44> 【수학식 5】 $D = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} d_i$

<45> 참고적으로 수신신호의 보호구간에 따라 상기 판별 변수 D는 하기 표 1과 같다. 이러한 결과치는 상관기 출력값을 보호구간 1/32에 해당하는 미끄럼 누적기만을 채용했을 경우의 실시 데이터이다. 입력신호가 8K FFT모드일 경우에는 보호구간 길이가 다르므로 그에 따라서 판별 구간이 넓어지는 것은 자명한 사실이다.

<46> 【표 1】

FFT 모드	입력신호의 보호구간 종류	판별변수 D
2K	1/32	0
	1/16	64
	1/8	192
	1/4	448
8K	1/32	0
	1/16	256
	1/8	768
	1/4	1792

<47> 상술한 OFDM 수신신호의 분석에 기초하여 설계된 초기심볼 동기 검출장치가 도 3에 도시되어 있다.

<48> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출장치의 블록구성도를 도시한 것이며, 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 보호구간 모드를 판별하기 위한 판별변수 D의 분포 예시도를 도시한 것이다.

<49> 우선 도 3에서, 길이조정신호에 의해 길이(N) 조정되는 상관부(200)는 설정된 FFT 길이 만큼 시간 지연 시킨 신호와 입력신호의 켤레 복소수 신호를 복소곱(상관)하여 출력한다.

<50> 초기에 64(2048/32) 길이를 가지는 미끄럼 누적기(202)는 상관부(200) 출력신호를 매 64 샘플씩 누적하여 출력하는데, 이러한 미끄럼 누적기(202a)는 후술할 최대값 위치 검출기(208)

내에 구비된 계수기에서 출력되는 캐리(carry)신호에 의해 리셋되며, 길이조정신호에 의해 길이가 가변 설정된다.

<51> 최대값 검출기(206)는 초기의 보호구간모드 판별모드에서 미끄럼 누적기(202)의 출력중에서 계수기의 주기 이내에 가장 큰 상관누적값 검출시 최대값 검출신호(enable)를 출력한다. 이러한 최대값 검출기(206) 역시 계수기에서 출력되는 캐리신호에 의해 리셋된다. 상기 최대값 검출신호는 유효심볼 시작점 검출을 위한 인덱스정보로 활용된다. 이와 같이 초기 판별모드에서 미끄럼 누적기(202)의 출력을 이용하는 이유는 초기에 보호구간 모드를 모르기 때문에 심볼 누적기의 길이를 설정할 수 없기 때문이다.

<52> 최대값 위치 검출기(208)는 2K 및 8K FFT 모드와 보호구간 전 주기를 카운트할 수 있는 계수기를 내부에 구비한다. 이러한 계수기의 계수주기는 후술할 계수주기 조정신호에 의해 가변된다. 한편 최대값 위치 검출기(208)는 상기 최대값 검출기(206)로부터 최대값 검출신호(enable) 입력시 내부 계수기값을 래치 출력한다. 래치 출력되는 계수기값이 바로 최대인 상관누적값의 검출 위치가 되며, 이러한 계수기값은 인덱스 정보에 해당한다. 참고적으로 상기 계수기는 초기의 보호구간 판별모드에서 2K FFT 모드와 보호구간 1/32 주기(2112(N+ N/32: N=2048))를 카운트하도록 계수주기가 설정되며, 보호구간모드의 판별후에는 판별된 FFT모드와 보호구간 주기를 계수할 수 있도록 계수주기 및 길이조정부(212)에 의해 계수주기가 가변 설정된다.

<53> 심볼 누적기(204)는 심볼 단위로 미끄럼 누적기(202)의 출력을 누적하여 출력한다.

<54> 한편 보호구간 모드 판별부(210)는 초기의 보호구간 판별모드(파워 '온', 리셋과 같은 초기화모드와 동일의미로 해석할 수 있다.)에서 상기 최대값 위치 검출기(208)로부터 매 주기마다 출력되는 계수기값을 이전 계수기값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 충분한

시간(Nc)동안(Nc는 상기 수학식 5의 신뢰계수기 주기로서, 8심볼 주기로 설정하는 것이 바람직) 누적하여 잡음에 대한 간섭을 없앤후 평균을 구한다. 이러한 평균치는 보호구간 모드를 판별하기 위한 판별변수(D)와 비교된다. 즉, 보호구간모드 판별부(210)는 구해진 평균치가 FFT모드의 각 보호구간 별로 구분되어 있는 판별변수(D)의 임계값 범위내에 속하는지를 판단하여 FFT모드 및 보호구간모드를 판별하고, 그에 따른 FFT모드 및 보호구간 모드 판별신호(종합하여 모드판별신호로 표기)를 유효심볼 시작점 발생부(214)와 계수주기 및 길이 조정부(212)로 출력한다. 보호구간모드의 판별을 위해 상기 보호구간모드 판별부(210)는 FFT모드에 따라 보호구간 별로 미리 정해진 임계값 범위내의 값들이 저장되는 메모리를 내부에 구비한다. 참고적으로 보호구간을 판별하기 위한 판별 변수 D의 값은 상기 표 1과 같으나, 실제 다중 경로 채널에 의한 신호 왜곡과 표본화 주파수 오차에 의한 영향을 고려하여 표 1의 판별 변수 D를 중심으로 도 4에 도시한 바와 같이 충분한 마진을 두면 채널 상황 가변에 적절히 대처할 수 있다.

55> 한편 유효심볼 시작점 검출부(214)는 보호구간 판별모드 이후 최대값 위치 검출기(208)로부터 입력되는 최대값 위치 검출 인덱스값에 판별된 보호구간길이를 더하여 유효심볼 시작점 검출신호를 출력한다. 이러한 유효심볼 시작점 검출신호에 동기하여 FFT 윈도우 발생부에서는 FFT를 취할 윈도우신호를 발생시킨다.

56> 상술한 바와 같은 구성의 보호구간 모드 판별장치의 동작을 요약 설명하면, 우선 초기의 보호구간 판별모드에서 입력된 수신신호는 상관부(200)에서 2048 샘플 시간동안 지연된 신호와 복소곱되어 출력됨으로서, 1/32 보호구간을 검출하기 위한 미끄럼 누적기(202)는 매 64 샘플씩 상관부(200)의 출력을 누적하여 출력하게 된다. 그러면 최대값 검출기(206)에서는 상기 미끄럼 누적기(202)의 출력중에서 가장 큰 상관누적값이 검출될때 최대값 검출신호를 출력함으로서 최대값 위치 검출기(208)에서는 최대값 검출 위치를 지시하는 계수기값을 출력하게 되는

것이다. 따라서 보호구간모드 판별부(210)는 매 주기마다 최대값 위치 검출기(208)에서 출력되는 계수기값을 이전 계수기값과 비교하여 최대값 위치의 차 값을 일차적으로 구한후, 이러한 최대값 위치의 차 값을 일정 시간 동안 누적하여 평균치를 산출하고, 이 값이 어떠한 임계범위 내의 값을 가지는지를 내부 메모리를 검색하여 판별함으로서, FFT모드와 보호구간 모드를 판별 할 수 있게 되는 것이다.

<57> 즉, 본 발명은 보호구간 판별모드에서 2K FFT 모드이고 1/32 길이를 갖는 미끄럼 누적기의 출력신호 하나만으로 FFT모드는 물론 4가지 보호구간 종류를 판별할 수 있기 때문에 보호구간모드의 판별을 고속화할 수 있는 것이다.

<58> 한편 상술한 바와 같이 보호구간 모드의 판별을 완료한후 판별된 보호구간에 맞는 길이를 가지도록 상관부(200)와, 누적기들(202,204), 그리고 최대값 위치 검출기(208)의 길이 및 계수주기를 설정한후 미끄럼 누적기(202)와 OFDM 심볼 길이의 누적기(204)를 이용하여 하기 수학식 6과 같이 매 심볼기간 누적을 한다.

<59> 【수학식 6】 $P_{i,l} = \sum_{k=0}^{L-1} S_{i-k,l} > \quad L=N+N_g$

<60> 그리고 누적값중 하기 수학식 7과 같이 최대값의 인덱스를 찾아서 보호구간 길이 만큼 인덱스에 더하면 유효심볼 시작점 τ_c 가 된다. 이러한 유효심볼 시작점에서 FFT 윈도우를 발생하게 되면 정상적인 FFT를 수행할 수 있게 되는 것이다.

<61> 【수학식 7】 $\tau_c = [\arg \max_i P_{i,l}] + N_g$

<62> 따라서 본 발명의 실시예에 의하면 보호구간 모드 판별 이후에 상관부와 누적기들의 길이를 판별된 보호구간 모드에 맞춤은 물론, 최대값 위치 검출기(208)의 계수주기 역시 판별된 FFT모드와 보호구간 모드에 맞춤으로서, 이후 판별된 보호구간 모드의 상관누적값의 최대 위치

를 검출할 수 있고, 이러한 최대값 검출 위치에 해당 보호구간의 길이를 더하여 유효심볼의 시작점 위치로 검출할 수 있게 되는 것이다. 이에 따라 본 발명에서는 각 보호구간 경로에 대응하는 누적기들이 불필요하고 단지 8K와 1/4 길이를 포함할 수 있는 사이즈의 메모리만 구비하면 되기 때문에 도 1에 비해 상대적으로 메모리 사이즈를 줄일 수 있는 효과를 가지게 된다.

<63> 이하 본 발명의 또 다른 실시예로서 4가지 보호구간에 해당하는 미끄럼 누적기와 심볼 누적기를 동시에 사용하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하여 유효심볼 시작점을 검출하는 장치 및 그 방법에 대하여 설명하기로 한다.

<64> 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 초기심볼 동기 검출장치의 블록구성도를 도시한 것으로, 이러한 장치는 FFT모드의 동시 판별이 가능하며, 도 3에 도시한 판별장치에 비해 복잡한 하드웨어 구성을 가지는 단점이 있으나 낮은 신호대 잡음비에서도 신뢰성 있게 동작할 수 있는 장점이 있다. 본 발명의 실시예에서는 하드웨어 복잡도를 낮추기 위해 오더(order)가 4인 데시메이션을 통해 하드웨어 복잡도를 낮추었다. 그리고 최대값 위치 검출기내 계수기를 조정할 필요 없이 각 경로에 최대값 위치 검출기를 배치하여 유효심볼 시작점 검출에 이용하였다.

<65> 도 5를 참조하면, 상관부(300)는 FFT 길이만큼 시간 지연 시킨 신호와 입력신호의 결레 복소수 신호를 복소곱(상관)하여 출력한다.

<66> 각 보호구간에 대응하는 미끄럼 누적기들(302a~302d)은 상관부(300) 출력신호를 FFT모드에 따라 길이 조정된 샘플만큼 누적하여 출력한다. 이러한 미끄럼 누적기들(302a~302d)은 대응하는 최대값 위치 검출기(308a~308d)내에 구비된 계수기에서 출력되는 캐리(carry)신호에 의해 리셋된다.

<67> 그리고 각 미끄럼 누적기들(302a~302d)의 출력에 대응하는 심볼 누적기들(304a~304d)은 심볼 단위로 상기 미끄럼 누적기들(302a~302d)의 출력을 누적하여 출력한다.

<68> 각각의 최대값 검출기(306a~306d)는 심볼 누적기(304a~304d)의 출력중에서 계수기의 주기 이내에 가장 큰 값 검출시 최대값 검출신호(enable)를 출력한다. 이러한 최대값 검출기(306a~306d) 역시 계수기에서 출력되는 캐리신호에 의해 리셋된다.

<69> 최대값 위치 검출기(308a~308d)는 판별된 FFT 모드와 각각의 보호구간 주기를 카운트할 수 있는 계수기를 내부에 구비하여 대응하는 최대값 검출기(306a~306d)로부터 최대값 검출신호(enable) 입력시 내부 계수기값을 래치 출력한다. 래치 출력되는 계수기값이 바로 최대값 검출 위치가 되며, 이러한 계수기값은 최대값 위치검출 인덱스 정보에 해당한다. 이러한 최대값 위치검출 인덱스 정보(①)는 유효심볼 시작점 검출부(320)로도 입력된다.

<70> 한편 보호구간 모드 판별부(310)는 FFT모드와 보호구간 모드를 판별한다. 판별방법으로는 각 최대값 검출기(306~306d)에서 출력되는 최대값들중 첫 번째로 큰 값과 두 번째로 큰 값의 비가 임계값 이상이면 2K FFT모드로 판단한다. 그리고 보호구간모드는 가장 큰 값을 가지는 경로의 보호구간모드로 판단한다. 이러한 FFT모드 판별신호와 보호구간모드 판별신호는 유효심볼 시작점 검출을 위해 유효심볼 시작점 검출부(320)로 입력된다. 아울러 판단된 FFT모드 판별신호(③)에 따라 상관부(300)와 누적기(302n,304n)들의 길이는 조정될 수 있다.

<71> 이하 상술한 구성의 보호구간 모드 판별장치의 동작을 요약 설명하면,

<72> 우선 초기에는 입력 수신신호가 2K FFT모드인 것으로 가정하여 각 보호구간에 맞도록 샘플 누적한다. 이러한 가정에 의하면 상관부(300)의 메모리 길이는 512로 조정되고, 보호구간 1/32 경로의 미끄럼 누적기(302a)와 심볼 누적기(304a)의 길이는 각각 16,64로 조정된다. 만약

8K FFT모드라면 528, 2112가 되어야 할 것이다. 2K FFT 초기모드에서 보호구간 1/16 경로의 미끄럼 누적기(302b)와 심볼 누적기(304b)의 길이는 32,128(8K인 경우 1056,2176)이고, 보호구간 1/8 경로의 미끄럼 누적기(302c)와 심볼 누적기(304c)는 64,256(8K인 경우 576,2304)으로 조정된다. 그리고 보호구간 1/4 경로의 미끄럼 누적기(302d)와 심볼 누적기(304d)는 128, 512(8K인 경우 640, 2560)로 조정된다.

<73> 이와 같이 길이 조정이 완료되면 보호구간 1/4 경로의 심볼길이가 가장 길기 때문에 보호구간 1/4 경로의 심볼을 기준으로 누적 상관값의 최대값을 비교할 수 있다. 즉, 보호구간 1/4 경로가 n심볼 누적을 완료한 후에 보호구간 모드 판별부(310)에서는 최대값 검출기(306a~306d)로부터 출력되는 각 경로의 최대값중에서 가장 큰 값과 두 번째 큰 값을 검출하여 두 값이 비가 임계값 이상이면 2K FFT 모드로 판단하고, 보호구간모드는 가장 큰 값을 가지는 경로의 보호구간모드로 판단한다.

<74> 이러한 경우 보호구간모드로 선택된 경로는 계속 심볼 누적을 하고 그 외의 세 경로는 하드웨어 부담을 줄이기 위해 동작을 정지시키는 것이 바람직하다. 한편 검출된 두 값의 비가 임계값 보다 작으면 8K FFT모드라 판단한다. 이러한 FFT모드 판별에 따라 각 누적기의 길이는 8K FFT 모드에 따라 조정된 후 조정된 길이만큼 심볼을 누적하게 된다. 이러한 8K FFT모드에서 각 경로의 최대값중 가장 큰 값과 두 번째 큰 값의 비가 임계값 보다 크면 8K FFT모드로 판단하고 보호구간모드는 가장 큰 값을 가지는 경로의 보호구간모드로 판단할 수 있다. 이러한 경우에도 가장 큰 값을 가지는 경로는 계속 누적하여야 할 것이다. n 심볼마다 한 번씩 누적값을 초기화하며 누적한다.

<75> 유효심볼 시작점 검출은 상기 수학식 7과 같이 최대값의 위치를 검출하여 보호구간길이 만큼 더하면 FFT 유효심볼시작점 τ_0 가 된다. 그리고 오류를 막기 위해 선택된 보호구간의 최

대값 위치가 현재 심볼과 이전 심볼 최대값 위치가 연속하여 여러 심볼 크게 차이가 날 경우 보호구간모드를 잘못 검출했다고 판단하여 초기화한후 다시 검출을 수행한다.

<6> 상술한 바와 같은 FFT모드와 보호구간모드 판별동작을 순서적으로 나열해 보면 다음과 같이 나열할 수 있다. 곧 아래와 같은 시계열순으로 FFT모드와 보호구간모드를 판별할 수 있게 되는 것이다.

<7> ① FFT 모드를 2K 모드로 가정.

<8> ② 상관부와 각 보호구간 경로별로 미끄럼 누적과 심볼 누적 수행.

<9> ③ 각 경로별로 n 심볼 누적후 최대값 검출하여 저장

<10> ④ 보호구간 1/4 경로의 n 심볼 이후에 각 보호구간의 누적 최대값중 가장 큰 값($Peak_{max}$)과 두 번째 큰 값(Peak_2nd)을 검출.

<11> ⑤ 검출된 두 값의 비를 임계값과 비교

<12>
$$\frac{Peak_{max}}{Peak_{2nd}} > \gamma \quad (\gamma : \text{임계값})$$

<13> ⑥ 비교결과 두 값의 비가 임계값 보다 크면 가정한 FFT 모드 유지하고 최대값을 갖는 경로를 보호구간모드로 결정.

<14> ⑦ 비교결과 두 값의 비가 임계값 보다 작으면 FFT모드를 나머지 모드로 바꾸고 ②~⑥ 을 수행하여 FFT모드와 보호구간을 결정

<15> ⑧ 결정된 보호구간을 제외한 경로는 모두 동작 중지

<16> ⑨ 결정된 보호구간 경로에서 한 심볼중 최대값 위치에 보호구간 길이를 가산한 위치를 FFT 취할 유효심볼 시작점으로 설정

<87> ⑩ 최대값의 위치를 계속 관찰하여 현 심볼의 최대값 위치와 이전 심볼의 최대값 위치의 차이가 수 심볼 연속으로 크게 날 경우 보호구간 검출을 초기화하여 ①에서부터 재시작.

<88> 상술한 바와 같이 본 발명의 또 다른 실시예에서는 미끄럼 누적기들의 출력을 심볼 누적기로 신뢰 계수기 길이만큼 더 누적을 하여 잡음에 대한 영향을 줄인 후에 최대값을 검출하기 때문에, 매우 낮은 신호대 잡음비 환경에서는 첫 번째 실시예에 비해 보호구간의 검출 신뢰성을 보장할 수 있는 효과가 있다.

<89> 참고적으로 도 6은 입력신호의 보호구간 모드가 1/8 일 때 각 경로별 상관누적값의 출력 형태를 예시한 것으로 $n=8$ 일 때의 누적형태이다. 도 6에서는 보호구간 1/8 경로의 누적값이 가장 커지고 8 심볼 후에 누적 최대값을 비교하면 보호구간 1/8 경로 값이 가장 크므로 이 경로만 계속 누적을 수행하고 기타 경로의 누적기는 더 이상 누적을 수행하지 않는다.

<90> 한편 도 7은 SFN(Single Frequency Network) 채널의 pre-arriving path와 post arriving path의 채널응답과 상관누적값을 예시한 것이며, 도 8은 보호구간 시작위치를 pre-arriving path와 post-arriving path의 중간으로 잡을 때 심볼간 간섭(ISI)이 발생하는 것을 예시한 것이다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 보호구간 시작위치를 pre-arriving path의 이전으로 잡을 때 심볼간 간섭을 피하는 것을 예시한 것이다.

<91> 도 7에 도시한 바와 같이 SFN(Single Frequency Network) 채널은 유사한 전력을 가지는 두 신호들이 보호구간 간격 이내에 위치하는 것으로 모델링할 수 있다. 상관누적값의 형태는 도 7에 도시한 바와 같이 사다리꼴의 형태를 가진다. 기존의 보호구간 검출을 위한 최대값 검출기는 상관누적값 중 최대값을 검출하기 때문에 항상 사다리꼴의 누적형태 중 도 8에 도시한 바와 같이 중심을 보호구간 시작점으로 판단한다. 이는 사다리꼴의 중심이 pre-arriving path와 post-arriving path의 무게 중심점이기 때문이다. 따라서 도 8에 도시된 바와 같이 보호구간

시작점을 누적형태의 중심으로 잡을 경우에는 FFT 윈도우 후단부에서 ISI(Inter Symbol Interference)가 발생할 확률이 높다.

<92> 이를 방지하기 위해서는 도 9에 도시한 바와 같이 pre-arriving path를 기준으로 보호구간 시작점을 잡아야 FFT 윈도우 후단부에서의 ISI를 피할 수 있다. 이를 위해 본 발명의 실시 예에서는 현재의 상관누적값이 이전 최대값의 $(1+k; 0 < k < 0.5)$ 배 한 값 보다 클 때에만 최대값을 갱신하는 원리를 이용하였다. SFN의 상관누적값의 형태에서 pre-arriving path로 최대값 위치를 잡는 이유는 상관누적값의 사다리꼴 형태에서 위의 평평한 부분이 pre-arriving path 누적값*($1+k$) 보다 크지 않기 때문에 최대값 위치가 갱신되지 않고 앞 부분에 머물러 있기 때문이다. 이를 구현하기 위한 알고리즘은 아래와 같으며, 이는 최대값 검출기에서 수행되도록 프로그램 혹은 하드웨어 설계할 수 있다. 참고적으로 P_i 는 상기 수학식 6에서 i번째 샘플의 상관누적값 크기를 나타내고 있다.

<93> max = 0

<94> for (i=0; i<N+Ng; i=i+1) {

<95> if ($P_i > (1+k) * max$)

<96> max= P_i ;

<97> };

<98> 이러한 방법을 통해 SFN 채널에서 pre-arriving path를 보호구간 시작점으로 잡으면 도 9에 도시한 바와 같이 ISI를 피할 수 있기 때문에 시스템의 성능을 높일 수 있게 되는 것이다.

【발명의 효과】

<99> 상술한 바와 같이 본 발명은 보호구간 판별모드에서 2K FFT 모드이고 1/32 길이를 갖는 미끄럼 누적기의 출력신호 하나만으로 FFT모드와 4가지 보호구간 종류를 판별할 수 있기 때문에 보호구간모드의 판별을 고속화할 수 있는 장점이 있다. 아울러 보호구간 판별후에는 2K FFT 모드이고 1/32 길이를 갖는 미끄럼 누적기의 길이를 판별된 FFT모드와 보호구간 길이를 가지고 록 조정하여 유효심볼 시작점 검출에 이용할 수 있기 때문에, 하나의 보호구간 경로에 대응하는 미끄럼 누적기와 심볼 누적기만을 구비하는 관계로 메모리 사이즈를 획기적으로 줄일 수 있는 효과가 있는 것이다.

100> 또한 본 발명은 신속히 판별된 보호구간모드 정보를 이용하여 해당 보호구간모드에서 검출된 최대값 위치에 보호구간길이를 가산함으로서 손쉽게 유효심볼 시작점의 위치를 검출할 수 있음은 물론, SFN채널에서 pre-arriving path를 최대값 위치 검출점으로 잡기 때문에 ISI를 피할 수 있는 효과도 있다.

101> 더 나아가 본 발명은 미끄럼 누적기들의 출력을 심볼 누적기로 신뢰 계수기 길이만큼 더 누적을 하여 잡음에 대한 영향을 줄인 후에 최대값을 검출할 수도 있기 때문에, 매우 낮은 신호대 잡음비 환경에서도 보호구간의 검출 신뢰성을 보장할 수 있는 효과가 있다.

102> 한편 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에 통상의 지식을 지닌자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

수신신호와 이전 수신신호와의 상관을 취하여 출력하는 상관부와; 설정된 보호구간 길이 동안 상기 상관부의 출력을 누적 출력하는 미끄럼 누적기와; 설정된 심볼 주기동안 상기 미끄럼 누적기의 출력을 누적 출력하는 심볼 누적기를 포함하는 OFDM 수신기의 초기심볼 동기 검출 장치에 있어서,

상기 누적기들중 어느 하나로부터 최대 상관누적값 검출시 최대값 검출신호를 출력하고, 또 다른 누적기 출력으로부터 가장 큰 상관누적값을 선택 출력하는 최대값 검출기와 ;

상기 최대값 검출신호 입력시 그때까지의 내부 계수기값을 최대값 위치검출정보로 출력하는 최대값 위치 검출기와;

매 주기마다 상기 최대값 위치 검출기로부터 출력되는 내부 계수기값을 이전 계수기 값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 일정 시간동안 누적하여 얻어진 평균치를 미리 정해진 보호구간 판별변수와 비교하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하는 보호구간 모드 판별부;를 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 2】

청구항 1에 있어서, 판별된 FFT모드 및 보호구간 모드에 따라 상기 최대값 위치 검출기의 계수 주기와 상기 상관부와 누적기들의 길이를 조정하기 위한 계수주기 및 길이 조정부와;

상기 최대값 위치 검출기로부터 출력되는 계수기값에 판별된 보호구간 모드의 길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 검출하는 유효심볼 시작점 검출부;를 더 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 3】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 초기의 보호구간 판별모드에서 상기 상관부와 미끄럼 누적기는 2048 길이와 64길이를 각각 가지도록 설정하며, 상기 최대값 위치 검출기의 내부 계수기는 2048주기를 카운트하도록 계수주기 설정됨을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 4】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 최대값 검출기는 SFN의 상관누적값 형태에서 이전도착경로(pre-arriving path)로 최대값의 위치를 검출함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 5】

수신신호와 이전 심볼주기의 수신신호와의 상관을 취하여 출력하는 상관부와; OFDM신호의 보호구간 종류를 판별하기 위해 각 보호구간 모드($1/32$, $1/16$, $1/8$, $1/4$)에 대하여 미끄럼 누적기와 심볼 누적기 및 상관누적값의 최대값을 출력하는 최대값 검출기가 상기 상관부 후단에 순차적으로 연결되어 있는 OFDM 수신기의 초기심볼 동기 검출장치에 있어서,

각 보호구간 경로상에 위치하는 최대값 검출기로부터 최대값 검출신호 입력시 그때까지의 내부 계수기값을 최대값 위치검출정보로 출력하는 최대값 위치 검출기들과;

각 보호구간 경로상에 위치하는 최대값 검출기로부터 출력되는 최대값들중 가장 큰 값을 가지는 두 개의 최대값 비를 임계값과 비교하여 FFT 모드를 판별하고, 가장 큰 최대값을 출력

한 보호구간 경로를 보호구간 모드로 판별하는 보호구간 모드 판별부;를 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 6】

청구항 5에 있어서, 판별된 보호구간 모드의 최대값 위치 검출기로부터 출력되는 계수기 값에 판별된 보호구간 모드의 길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 검출하는 유효심볼 시작점 검출부;를 더 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출장치.

【청구항 7】

수신된 OFDM 변조신호에서 보호구간과 유효 데이터 구간을 구분하여 FFT를 취하기 위한 초기심볼 동기검출 방법에 있어서,

다수의 보호구간중 설정된 하나의 관찰 보호구간경로에서 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치를 검출하는 단계와;

매 계수주기마다 미끄럼 누적기 출력이 최대가 되는 위치값을 이전 값과 비교하여 최대값 위치의 차를 구하고, 이를 일정 시간동안 누적하여 얻어진 평균치를 상기 관찰 보호구간에 대하여 미리 정해진 보호구간 판별변수와 비교하여 FFT모드와 보호구간 모드를 판별하는 단계와;

판별된 보호구간 경로에서 상관누적값이 최대가 되는 위치를 검출하고, 이 위치값에 해당 보호구간길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 출력하는 단계;를 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출방법.

【청구항 8】

청구항 7에 있어서, 상기 판별된 보호구간 모드에 맞게 상기 계수주기를 가변 설정하는 단계;를 더 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출방법.

【청구항 9】

청구항 7 또는 청구항 8에 있어서, 상기 판찰 보호구간경로는 1/32 보호구간경로임을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출방법.

【청구항 10】

수신된 OFDM 변조신호에서 보호구간과 유효 데이터 구간을 구분하여 FFT를 취하기 위한 초기심볼 동기검출 방법에 있어서,

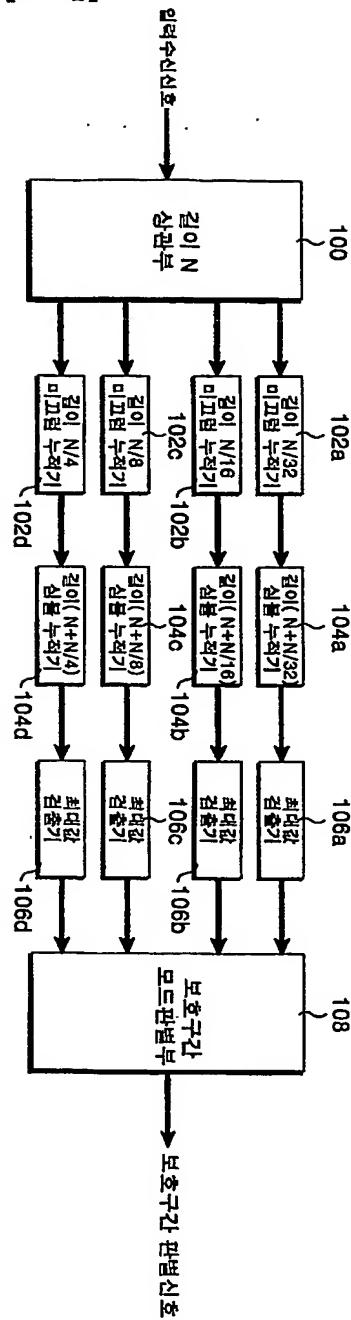
다수의 보호구간 각각의 경로에서 심볼주기의 상관누적값이 최대가 되는 위치와 그 최대값을 검출하는 단계;

검출된 최대값들중 가장 큰 값을 가지는 두 개의 최대값 비를 미리 설정된 임계값과 비교하여 FFT 모드를 판별하고, 가장 큰 최대값을 출력한 보호구간 경로를 보호구간 모드로 판별하는 단계;

판별된 보호구간 경로에서 상관누적값이 최대가 되는 위치를 검출하고, 이 위치값에 해당 보호구간길이를 더하여 유효심볼 시작점으로 출력하는 단계;를 포함함을 특징으로 하는 초기심볼 동기 검출방법.

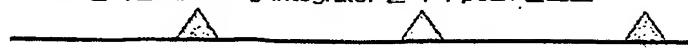
【도면】

【도 1】



【도 2】

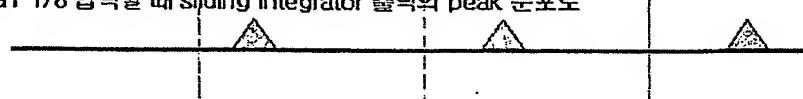
GT 1/32 입력일 때 sliding integrator 출력의 peak 분포도



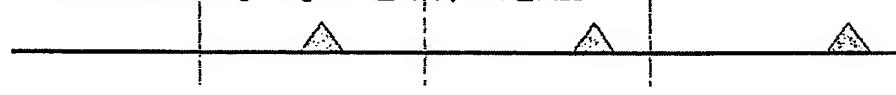
GT 1/16 입력일 때 sliding integrator 출력의 peak 분포도



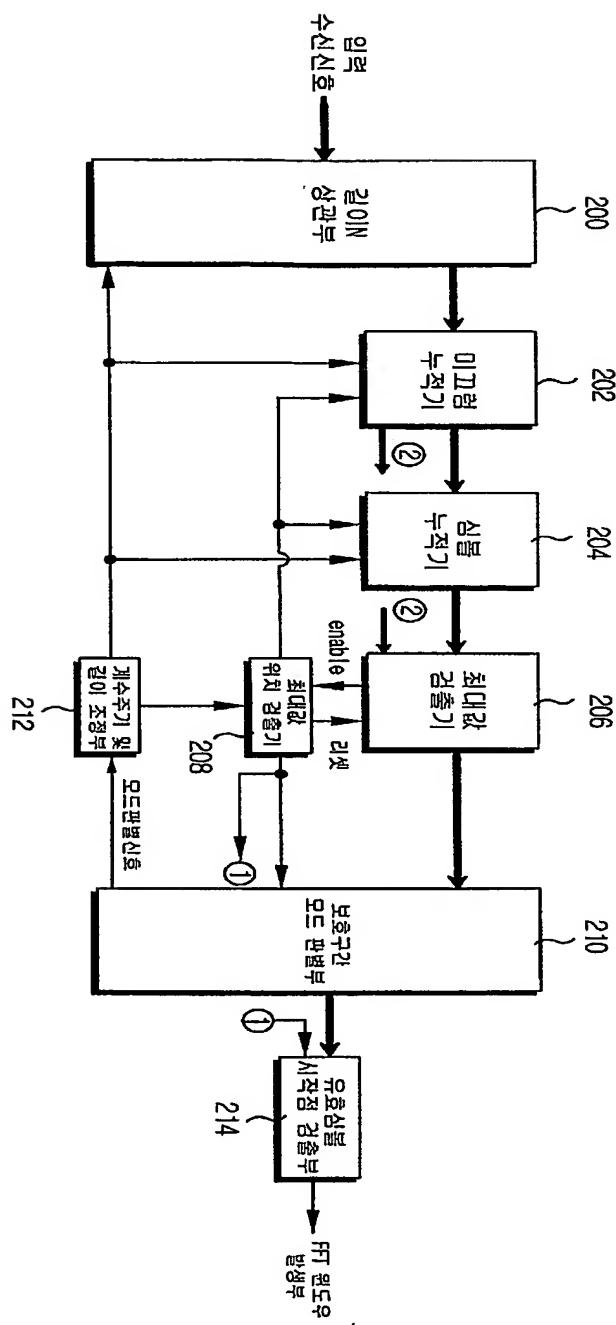
GT 1/8 입력일 때 sliding integrator 출력의 peak 분포도



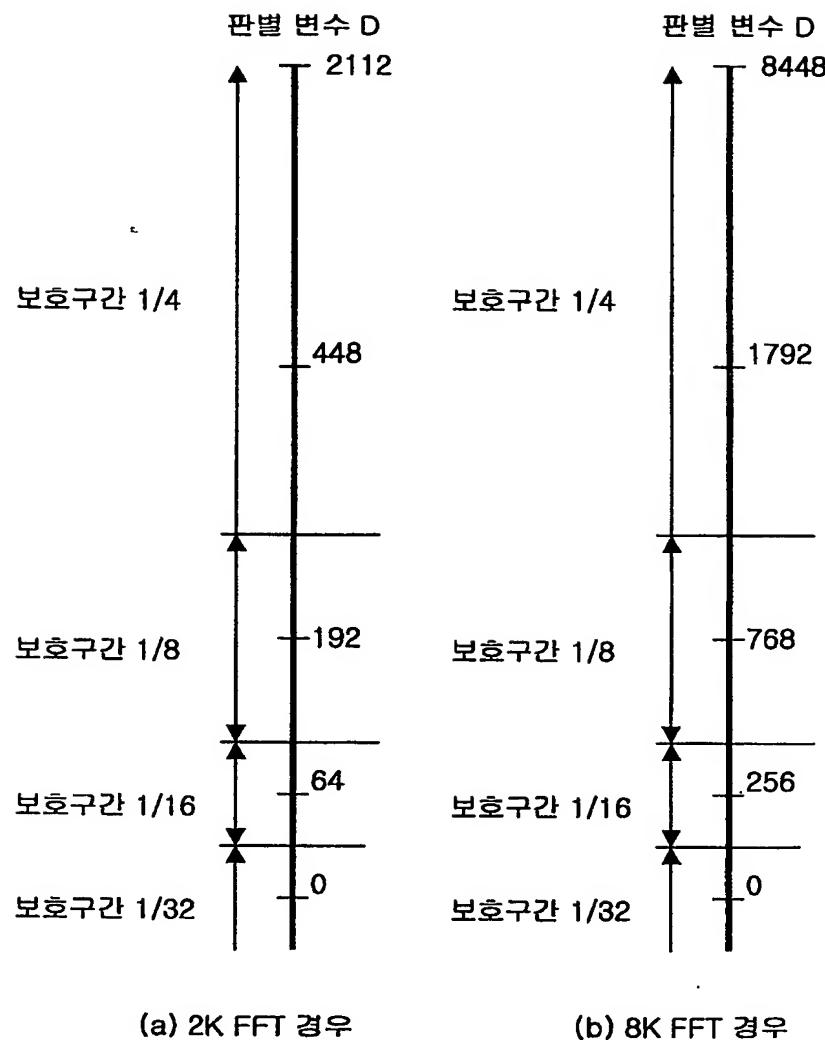
GT 1/4 입력일 때 sliding integrator 출력의 peak 분포도



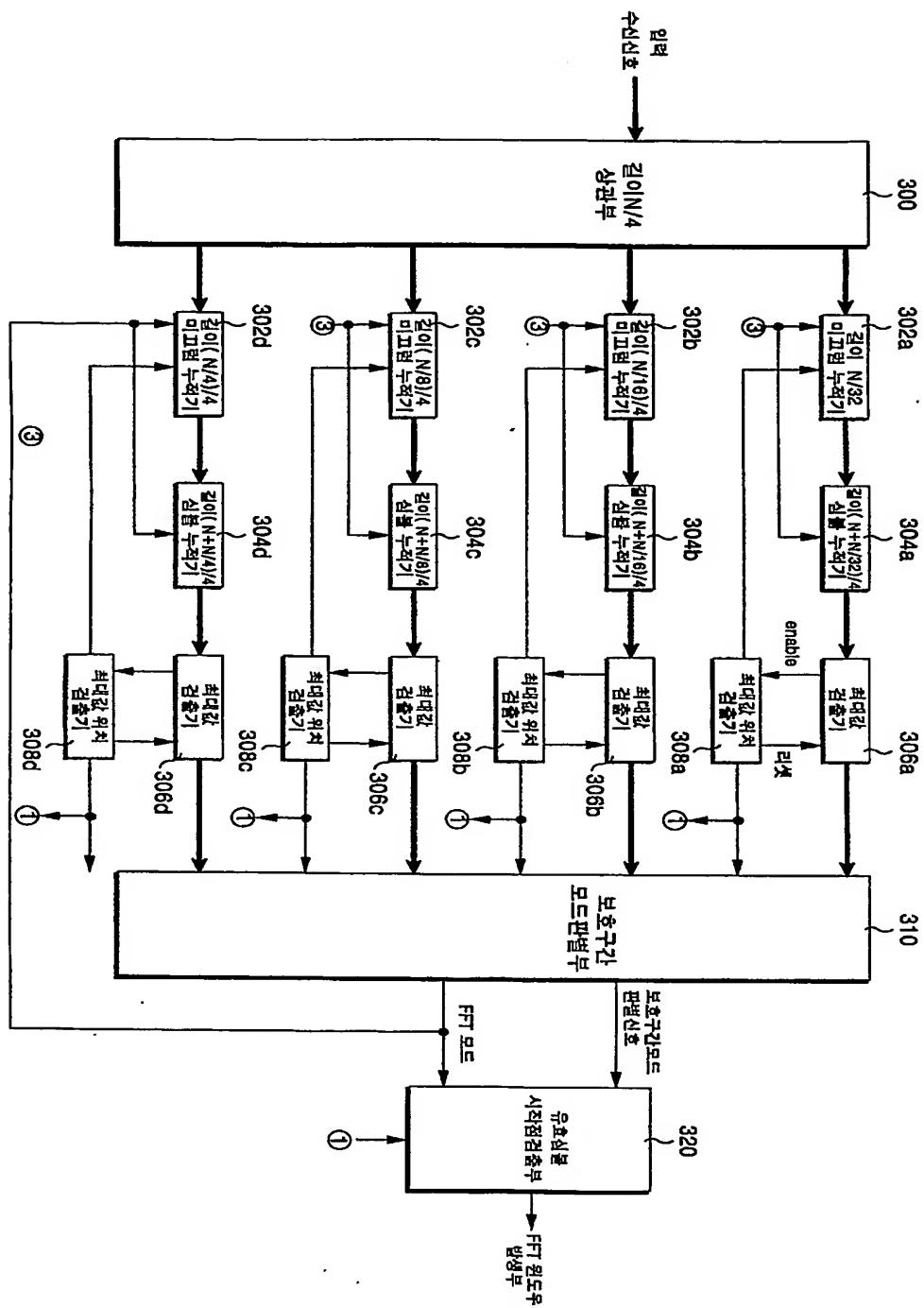
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

보호구간 1/32 경로 삼별 누적기 흔적



보호구간 1/16 경로 삼별 누적기 흔적



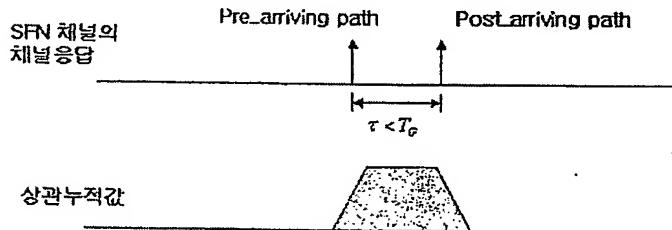
보호구간 1/8 경로 삼별 누적기 흔적



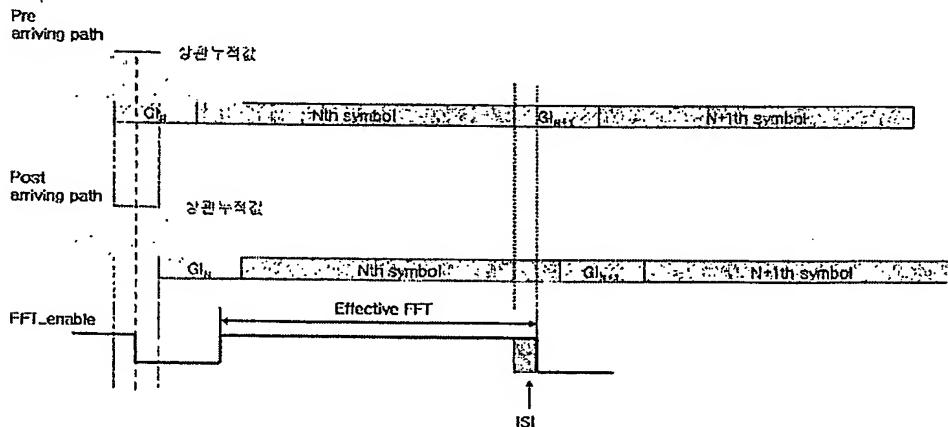
보호구간 1/4 경로 삼별 누적기 흔적



【도 7】



【도 8】



【도 9】

Pre
arriving path